

SÉRIE A, N° 71

N° D'ORDRE

86

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

PAR

A. DUBOIS

Licencié ès sciences

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LES LINÉES INDIGÈNES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 21 janvier 1914, devant la Commission d'examen

MM. G. BONNIER..... *Président*

MICHEL.....

HÉROUARD..... } *Examineurs.*

PARIS

A. MALOINE, ÉDITEUR

25-27, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 25-27

1914

SÉRIE A, N° 71

N° D'ORDRE

86

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

PAR

A. DUBOIS

Licencié ès sciences

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LES LINÉES INDIGÈNES.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 7 janvier 1914, devant la Commission d'examen



MM. G. BONNIER..... *Président*

MICHEL.....
HÉROUARD..... } *Examineurs.*

PARIS

A. MALOINE, ÉDITEUR

25-27, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 25-27

1914

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen..... P. APPELL, *Prof.* Mécanique analytique et mécanique céleste.
Doyen honoraire..... G. DARBOUX. — Géométrie supérieure.

Professeurs honoraires. { Ch. WOLF.
J. RIBAN.

	LIPPMANN.....	Physique.
	BOUTY.....	Physique.
	BOUSSINESQ.....	Physique mathém. et calcul des probabilités.
	PICARD.....	Analyse supérieure et algèbre supérieure.
	Y. DELAGE.....	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
	G. BONNIER.....	Botanique.
	DASTRE.....	Physiologie.
	KOENIGS.....	Mécanique physique et expérimentale.
	VÉLAIN.....	Géographie physique.
	GOURSAT.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
	HALLER.....	Chimie organique.
	JOANNIS.....	Chimie (Enseignement P. C. N.).
	JANET.....	Physique — —
	WALLERANT.....	Minéralogie.
	ANDOYER.....	Astronomie.
	PAINLEVÉ.....	Mécanique rationnelle.
	HAUG.....	Géologie.
Professeurs	HOUSSAY.....	Zoologie.
	H. LE CHATELIER.	Chimie.
	G. BERTRAND....	Chimie biologique.
	M ^{me} P. CURIE...	Physique générale.
	CAULLERY.....	Zoologie (Evolution des êtres organisés).
	C. CHABRIÉ.....	Chimie appliquée.
	G. URBAIN.....	Chimie.
	Emile BOREL...	Théorie des fonctions.
	MARCHIS.....	Aviation.
	Jean PERRIN...	Chimie physique.
	G. PRUVOT.....	Zoologie, anatomie, physiologie comparée.
	MATRUCHOT.....	Botanique.
	ABRAHAM.....	Physique.
	CARTAN.....	Calcul différentiel et calcul intégral.
	Cl. GUICHARD...	Mathématiques générales.
	MOLLIARD.....	Physiologie végétale.
	N.....	Application de l'analyse à la géométrie.
	N.....	Histologie.
	PUISEUX.....	Mécanique et astronomie.
	LEDUC.....	Physique.
	MICHEL.....	Minéralogie.
	HÉROUARD.....	Zoologie.
Professeurs-adjoints ...	Léon BERTRAND.	Géologie.
	Rémy PERRIER..	Zoologie (Enseignement P. C. N.).
	COTTON.....	Physique.
	LESPIEAU.....	Chimie.
	GENTIL.....	Pétrographie.
	SAGNAC.....	Physique (Enseignement P. C. N.).
	PEREZ.....	Zoologie (Evolution des êtres organisés).

Secrétaire D. TOMBECK.

A MON MAITRE

M. GASTON BONNIER

Membre de l'Institut

Hommage respectueux et reconnaissant.

AUX MIENS

RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LES LINÉES INDIGÈNES

Par A. DUBOIS

HISTORIQUE ET INTRODUCTION

La petite famille des Linées fut distinguée pour la première fois en 1819 par A.-P. De Candolle, et ne comprenait pour lui que les deux seuls genres *Linum* et *Radiola*, auparavant réunis par Linné. A.-L. De Jussieu les avait considérés comme « *genera caryophylleis affina* ». En 1837, Reichenbach (1) fit de certains *Linum* de Tournefort et de Linné les deux genres *Cathartolinum* et *Xantholinum*. Les *Hugonia*, placés par De Jussieu (2) parmi les Malvacées, ne firent définitivement partie de la famille des Linées, comme type d'une tribu, que dans le travail publié par M. Planchon (3) en 1848. Les Linées furent partagées en trois groupes : Les *Eulineæ*,

1. *Handbuch des naturlichen Pflanzensystems*.

2. *Genera plantarum*.

3. Sur la famille des Linées, in *Hooker's London journ. bot.*

le plus considérable, comprenait les trois genres *Radiola*, *Linum* et *Reinwardtia*; les *Hugoneæ*, groupe de moindre importance, formé par la réunion des trois genres *Hugonia*, *Durandea* et *Roucheria*; et les *Anisadeniæ*, constituées par le seul genre *Anisadenia*, établi en 1829 par Wallich (1).

Bentham et Hooker (2), en 1862, donnèrent à peu près les mêmes limites à cette famille. Ils lui ajoutèrent pourtant une nouvelle tribu, celle des *Erythroxyton*, qui contenait les deux genres nouveaux *Aneulophus* et *Hebepetalum*. En même temps, ils rendaient au genre *Linum* son importance primitive et dédoublaient l'ancien groupe des Hugoniées en deux tribus, ne plaçant dans la première que les *Roucheria*, et laissant dans la deuxième, avec les *Ixonanthes* dont elle tire son titre, les *Durandea*, plus trois genres nouveaux: les *Ochthocosmus*, *Phyllocosmus* et *Sarcotheca*.

H. Baillon (3), en 1873, augmenta la famille d'un genre, les *Houmiri*, formées de toutes les Houmiriacées alors connues. Mais il réduisit de beaucoup le nombre des autres genres, et même celui des tribus, et rattacha notamment aux *Linum*, comme sous-genres, les *Reinwardtia*, *Cathartolinum* et *Radiola*.

Il eut de cette façon huit genres répartis en quatre séries :

1. *Liste des plantes*, London.
2. *Genera plantarum*.
3. *Histoire des plantes*.

- I. — *Linées* ;
- II. — *Hugoniées* ;
- III. — *Erythroxylées* ;
- IV. — *Houmiriées*.

M. Ph. Van Tieghem (1), en 1884, ne comprit dans la famille des Linées que les trois premières séries, en faisant deux grandes classes :

1° *Linées*, à cinq étamines fertiles : *Radiola*, *Reinwardtia* et *Anisadenia*.

2° *Erythroxylées*, à dix étamines fertiles : *Hugonia*, *Roucheria*, *Erythroxylon*, *Hebepetalum* et *Ixonanthes*.

Mais, plus tard, en 1906 (2), de même que A. Engler (3) l'avait fait en 1897, il constitua définitivement les *Erythroxylon* en famille indépendante.

Restèrent les deux grandes divisions :

I. — *Linées*, ou *Eulineae* de A. Engler, comprenant les deux genres *Lin* et *Radiole*, que nous allons étudier, et les genres *Anisadie* et *Reinwardtie*.

II. — *Hugoniées*, avec les genres *Hugonie*, *Roucherie*, *Sarcothèce*, *Ixonanthes*, *Ochtocosme*.

Sur les 120 espèces que comprennent les Linées, 90 appartiennent aux genres *Linum* et *Radiola*.

Les Lins sont assez inégalement répandus sur toutes les régions du globe. On les rencontre depuis les parties les plus froides de l'Europe, de l'Asie et de l'Amé-

1. *Traité de Botanique*.

2. *Éléments de Botanique*.

3. *Die natürlichen Pflanzenfamilien*.

rique du Nord jusqu'aux zones tropicales ; et, d'autre part, jusqu'au sud de l'Afrique et de la Nouvelle-Zélande. La culture du *Linum usitatissimum* remonte aux temps préhistoriques ; on le cultivait déjà à l'époque des cités lacustres, et, en Égypte, on le retrouve dans les étoffes qui enveloppent les momies et dans les peintures des hypogées. Les Assyriens, les Hébreux, les Celtes, les Germains le plantaient pour en confectionner des tissus. De bonne heure naturalisé en France, il y vit quelquefois à l'état subspontané au voisinage des champs, dans les prés, sur le bord des chemins, dans les îles du Rhône. D'autres *Linum* sont cultivés, comme plantes ornementales, dans les jardins.

Nous allons passer en revue les espèces qui croissent en France et qui sont décrites dans la Flore de M. Gaston Bonnier et G. De Layens (1). Elles comprennent la vingtaine de noms qui suivent et sont groupées suivant leurs caractères morphologiques.

G. Linum : 5 sépales.

Fleurs jaunes ou jaunâtres	{	Pétales soudés entre eux	{ <i>L. glandulosum</i> . <i>L. nodiflorum</i>
		Pétales libres entre eux	{ <i>L. gallicum</i> . — <i>L. strictum</i> . — <i>L. corymbulosum</i> . <i>L. maritimum</i> .

1. Flore complète de la France et de la Suisse.

/ Feuilles couvertes de poils. — <i>L. viscosum</i> .			
Fleurs bleues, lilas ou roses	Feuilles sans poils ou presque sans poils	Feuilles bordées de cils raides et très petits	Fleurs d'un lilas pâle ou roses. — <i>L. bi-</i> <i>forme</i> $\left\{ \begin{array}{l} L. tenuifolium \\ L. suffruticosum. \end{array} \right.$ Fleurs bleues. — <i>L. narbonense</i> .
		Feuilles lisses sur les bords	Sépales non ciliés. <i>L. alpinum</i> $\left\{ \begin{array}{l} L. montanum. \\ L. Leonis \\ L. austriacum. \\ - L. sibiricum. \\ - L. perenne. \end{array} \right.$
			Sépales à cils glanduleux. — <i>L. usitalis-</i> <i>simum</i> — <i>L. angustifolium</i> .

Fleurs blanches. — *L. catharticum*.

G. Radiola : 4 sépales. *R. linoides*.

L'ordre adopté dans les pages qui vont suivre est celui même de nos recherches. Il était naturel que nous commencions par l'étude de la germination avec les graines d'abord mises à notre disposition. Plus tard, nous avons pu faire des observations générales sur les plantes adultes des collections du Laboratoire de Botanique de la Sorbonne ou de celles recueillies dans nos herborisations. Une étude approfondie de chaque espèce, la connaissance du sujet nous étant devenue plus familière, nous a permis ensuite de tirer des conclusions.

Qu'il nous soit permis d'abord d'adresser à notre Maître M. Gaston Bonnier, qui a bien voulu nous guider dans nos recherches, l'expression de notre gratitude respectueuse ; et de remercier M. R. Combes pour ses conseils bienveillants qui nous ont éclairé et soutenu au cours de ce travail.

PREMIÈRE PARTIE

I. — GRAINES

Les graines des différentes espèces de Linées indigènes ont une longueur qui ne dépasse pas cinq millimètres (*Linum usitatissimum*, *Linum narbonense*), et les plus petites atteignent à peine un millimètre (*Radiola linoides*, *Linum gallicum*).

Longueur des graines en millimètres

<i>L. glandulosum</i>	<i>L. nodiflorum</i>	<i>L. gallicum</i>	<i>L. maritimum</i>	<i>L. viscosum</i>	<i>L. tenuifolium</i>	<i>L. suffruticosum</i>	<i>L. narbonense</i>	<i>L. montanum</i>	<i>L. Leonis</i>	<i>L. austriacum</i>	<i>L. usitatissimum</i>	<i>L. catharticum</i>	<i>R. linoides</i>
2 1/3	2 1/4	1	1 1/2	3	2	2	5	3 1/4	3	3	5	1 1/4	1

Leur largeur est moitié moindre environ. Elles sont ovales, allongées, comprimées latéralement, de teinte

plus ou moins brune, luisantes. Appointies à l'extrémité micropylaire, elle deviennent arrondies à l'autre extrémité.

L'examen microscopique de ces graines montre, à l'extérieur, une assise de grandes cellules sensiblement isodiamétriques, avec une mince cuticule. Sous cette première assise, se trouvent deux ou trois rangs de cellules parenchymateuses dont les parois sont peu épaisses. Ces éléments forment le tégument externe de

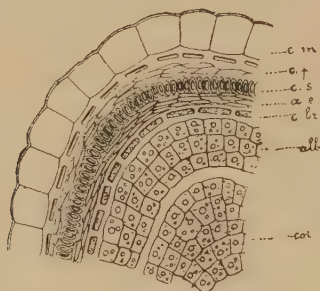


FIG. 1. — Coupe de la graine des Lins. — c. m. cellules à mucilage ; c. p. cellules parenchymateuses ; c. s. cellules scléreuses ; a. e. assise à cellules écrasées ; c. br. cellules remplies d'une matière brune ; alb. albumen ; cot. cotylédon.

la graine. Le tégument interne est constitué par des cellules scléreuses, toujours plus longues que larges, et formant une première couche ; trois ou quatre rangs de cellules aplaties ; et une assise de cellules rectangulaires remplies d'une matière plus ou moins brunâtre qui donne aux graines leur couleur. Vient ensuite l'albumen qui forme un mince anneau autour de l'embryon.

Cet embryon est cylindrique, sa longueur varie, suivant les espèces, de $\frac{3}{4}$ de millimètre à quatre milli-

mètres et demi. Il est droit, présente une tigelle bien développée, une très petite radicule, et deux cotylédons libres, presque semi-cylindriques, et formant les $\frac{3}{4}$ de l'embryon.

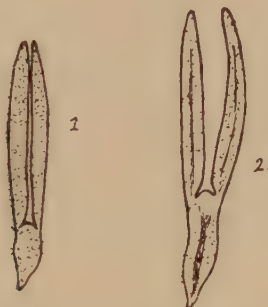


FIG. 2. — 1. Embryon de *Linum* ; 2. Embryon ayant séjourné dans l'eau 2 à 3 jours

Si l'on fait séjourner ces embryons deux ou trois jours dans l'eau, suivant les espèces, et qu'on les examine au microscope, on remarque dans la tigelle, sept à huit assises de cellules plus ou moins arrondies, et qui forment l'écorce. L'appareil conducteur est à peine ébauché, il est constitué par un cordon de cellules allongées, dans lequel ni les tubes criblés, ni les vaisseaux ne sont différenciés.

Une coupe longitudinale axiale dans la région radiculaire montre une coiffe représentée par deux ou trois assises de cellules. Le cylindre central est bien distinct de l'écorce dès le début. Dans ce cylindre central, il n'y a aucune différenciation.

Quant aux cotylédons, ils présentent la même ébauche de faisceaux conducteurs que la tigelle. Leur paren-

chyme est formé de cellules régulières, petites, à parois minces.

Les coupes de toutes ces graines, traitées par le sous-acétate de plomb et les réactifs colorants des mucilages, nous ont donné les résultats suivants :

La paroi interne de l'assise épidermique est subérifiée. Deux zones composent la membrane externe : 1° La zone externe qui se divise en deux parties ; une couche superficielle cutinisée se colorant en jaune par l'acide phosphorique iodé (1) et l'acide sulfureux (2), et une seconde couche plus épaisse qui se teinte en bleu par

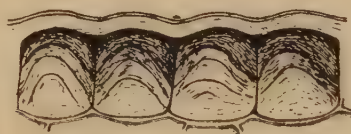


FIG. 3. — Cellules de l'assise à mucilage montrant de nombreuses strates.

le premier de ces réactifs. Le mucilage ne se forme pas dans cette assise. 2° Une zone interne constituée par de nombreuses strates qui remplissent entièrement la cavité cellulosique. Sous l'action des réactifs, ces strates se montrent composées de mucilages pectosiques et cellulosiques ; les strates externes étant plus riches en pectose, et les strates moyennes en contenant encore, mais renfermant davantage de cellulose. Si l'on plonge les graines dans l'eau, ces strates donnent du mucilage qui brise la zone externe et s'échappe au dehors.

1. Hérail. *Matière médicale*.

2. G. Ritter. *Botanisches Centralblatt*, 1909, p. 138, *Linaceae*.

II. — GERMINATION

Les graines fraîches des *Linum* germent très facilement. Jetées sur du coton hydrophile imbibé d'eau, à la température de 18°-20°, elles se gonflent rapidement et se recouvrent d'une épaisse couche de mucilage. Bien-



FIG. 4. — Germination. — 1. Graine germée ; 2. Jeune plantule dont les feuilles cotylédonaire portent encore leurs téguments.

tôt, le tégument externe se divise largement en deux feuillets vers la région micropylaire pendant que le tégument interne se déchire plus lentement au même

endroit, et laisse enfin passer la radicule. La tigelle s'allonge assez vite et présente à sa base un petit renflement portant une couronne de poils absorbants qui marque la limite extérieure de la racine et de l'axe hypocotylé. Les cotylédons, pendant l'allongement de la tigelle, restent encore dans le tégument, mais, en s'accroissant, rejettent ce tégument et finissent par s'épanouir. La radicule donne naissance à la racine principale, et de la partie inférieure de la tigelle peuvent partir de petites racines adventives.

A. — Plantule très jeune

Prenons une très jeune plantule, dont les cotylédons sont encore enfermés dans le tégument séminal et dont la tigelle et la radicule ont environ 15 millimètres de longueur.

Tigelle. — Une coupe transversale de la tigelle, dans la région médiane, nous montre : un épiderme formé de cellules moyennes, et recouvert d'une mince cuticule ; 5 à 6 rangs de cellules assez grandes, laissant des méats entre elles, et dont celles de l'assise sous-épidermique, sont généralement de plus petite taille. Le cylindre central, assez important, est formé de deux faisceaux libériens très distincts, et de deux faisceaux ligneux alternant avec les précédents. Ces faisceaux ligneux s'unissent quelquefois vers le centre (*Linum montanum*). L'endoderme présente à peine les plissements caractéristiques, et l'assise péricyclique, à cellu-

les plus petites alternant avec celles de l'endoderme, est simple.

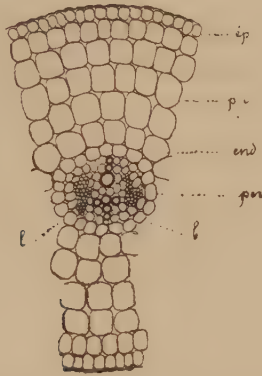


FIG. 5. — Coupe transversale de la tigelle d'une très jeune plantule. —ép. épiderme ; p. c. parenchyme cortical ; end. endoderme ; per. péricycle ; b. bois ; l. liber.

Radicule. — Si l'on pratique, de même, une coupe transversale au sommet de la racine, on observe une

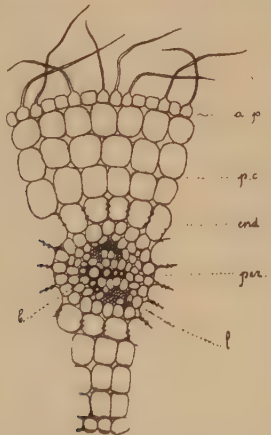


FIG. 6 — Coupe transversale de la racine d'une très jeune plantule. — a. p. assise pilifère ; p. c. parenchyme cortical ; end. endoderme ; per. péricycle ; l. liber ; b. bois.

assise pilifère pourvue de poils absorbants, une écorce formée de 4 à 5 rangs de cellules avec des méats entre

elles. L'assise la plus profonde de ces cellules, c'est-à-dire l'endoderme, est pourvue de plissements qui la font facilement reconnaître. Quant aux cellules du péri-cycle, moins grandes, elles entourent le cylindre central d'un seul rang. Ce cylindre central est formé de deux faisceaux libériens, et de deux faisceaux du bois qui se rejoignent au centre. La moelle n'existe pas.

Cotylédons. — Le passage de la disposition alterne à la disposition superposée, s'établit dans le nœud cotylédonaire. Sur les deux faces du cotylédon, l'épiderme est formé de cellules arrondies, chargées de matières nutritives. Les cellules du limbe s'allongent toutes légèrement et prennent une direction perpendiculaire aux côtés. Ainsi que dans le *Linum campanulatum* (1),

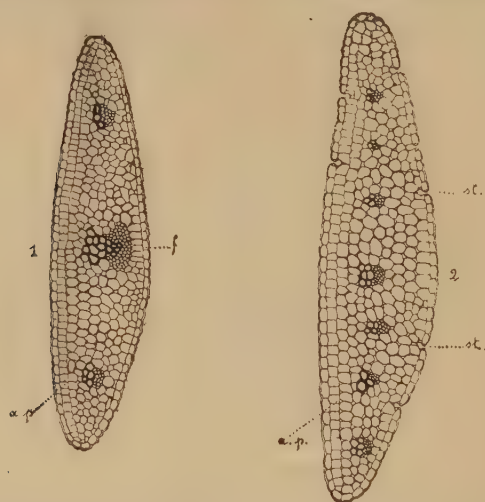


FIG. 7. — Feuilles cotylédonaire : 1. Chez une très jeune plantule ; 2. Chez une jeune plantule. — f. faisceaux de la nervure médiane ; a. p. assise palissadique ; st. stomates.

les cotylédons des autres espèces montrent deux nervures latérales avec faisceaux libéro-ligneux et une nervure médiane, plus large, dans laquelle le bois paraît parfois enfoncé comme un coin.

B. — Plantule jeune

Etudions maintenant la structure d'une plantule plus âgée, ayant de 30 à 40 millimètres de long, avec les deux premières feuilles bien développées.

Tigelle. — Si l'on examine une coupe transversale faite au milieu d'une tigelle, on remarque que les cellules de l'épiderme, et souvent celles de l'hypoderme, s'aplatissent tangentiellement et s'épaississent. L'endoderme ne montre pas de plissements plus nets. Dans

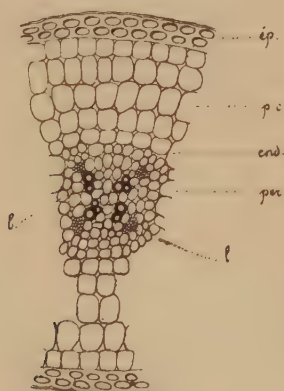


FIG. 8. — Coupe transversale de la tigelle d'une jeune plantule. — ép. épiderme ; p. c. parenchyme cortical ; end. endoderme ; per. péricycle ; l. liber ; b. bois.

le cylindre central, les faisceaux libériens et les faisceaux ligneux tendent à prendre la disposition super-

posée, et le péricycle laisse voir des cellules en division, surtout en face de chacun des faisceaux libéro-ligneux.

Radicule. — On observe, sur une coupe transversale pratiquée au milieu de la racine, une assise pilifère pourvue de poils absorbants, en voie de destruction. Sous cette assise, l'assise subéreuse est complètement formée. Puis les autres cellules de l'écorce, grandes, arrondies avec des méats entre elles.

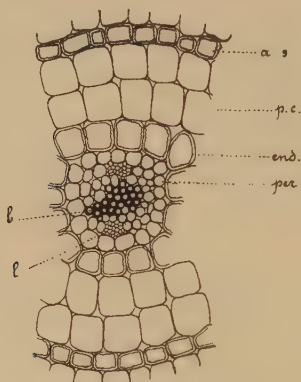


FIG. 9. — Coupe transversale de la racine d'une jeune plantule. — a. s. assise subéreuse ; p. c. parenchyme cortical ; end. endoderme ; per. péricycle ; l. liber ; b. bois.

L'endoderme commence à se subérifier et forme un anneau très apparent. Dans le cylindre central, l'assise péricyclique se divise, et les faisceaux du bois forment un groupe central de plus en plus compact.

Cotylédons. — La structure des cotylédons ne diffère pas sensiblement de celle d'une plantule plus jeune. Les cellules semblent devenir plus lâches, quelques

stomates se montrent sur le pourtour de l'épiderme, et d'autres faisceaux libéro-ligneux font leur apparition dans le limbe.

C. — Plantule plus âgée.

Prenons maintenant une plantule plus âgée encore, dont la tige porte plusieurs feuilles. Dans le péricycle de cette tige, en face de chacun des faisceaux libéro-

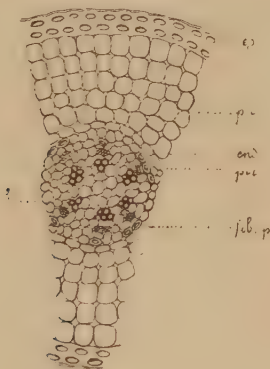


FIG. 10. — Coupe transversale de la tigelle d'une plantule plus âgée. — ép. épiderme ; p. c. parenchyme cortical ; end. endoderme ; per. péricycle ; fib. fibres péricycliques qui commencent à s'épaissir ; b. bois.

ligneux primaires, un groupe de fibres s'épaissit. Des cloisonnements se montrent entre le bois et le liber, formant l'assise génératrice. Les formations secondaires du bois et du liber commencent à paraître. Dans la

racine, l'endoderme est complètement subérifié, et les assises les plus internes du péricycle deviendront bien-

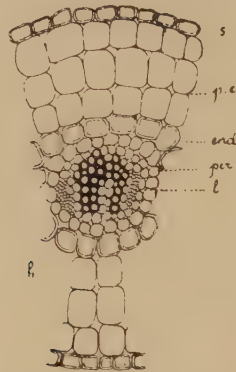


FIG. 11. — Coupe transversale de la racine d'une plantule plus âgée. — s. assise subéruse ; p. c. parenchyme cortical ; end. endoderme ; per. péricycle ; l. liber ; b. bois.

tôt le lieu de formation d'une assise génératrice subérophellodermique.

DEUXIÈME PARTIE

I. — PLANTE ADULTE

Les Lins sont des plantes herbacées annuelles, quelquefois pérennantes (*Linum usitatissimum*), ou vivaces, avec des tiges souterraines ligneuses se perpétuant par des bourgeons situés sur ces tiges souterraines. Leur taille varie de 5 à 70 centimètres, et leurs rameaux, parfois couverts de poils, ont des feuilles ovales-allongées qui portent une à trois nervures principales et sont quelquefois bordées de cils. Ces feuilles alternent habituellement sur la tige, et parfois sont en opposition, (*Linum catharticum*, *Linum maritimum*, *Radiola linoides*). Celles de certaines espèces (*Linum glandulosum*, *Linum nodiflorum*) portent vers leur base deux petits nectaires arrondis. Les Lins ont des inflorescences en grappes ; leurs fleurs, régulières, sont jaunes, blanches, lilas, rose ou bleues. Très souvent, on observe deux types de fleurs chez la même espèce, les unes à étamines grandes et à pistil court ; les autres à étamines petites et à grand pistil. Ces fleurs possèdent

un calice à 5 sépales séparés entre eux jusqu'à la base, souvent bordés de cils glanduleux, et pouvant présenter 3 ou 5 nervures principales. Trois des sépales peuvent différer des autres. La corolle présente 5 pétales tombant très facilement, libres ou soudés entre eux intérieurement en un tube au bas duquel on voit cependant les cinq bases des pétales distinctes entre elles. Les étamines sont au nombre de 5 et le pistil, quelquefois brusquement épaissi au sommet en stigmate, comprend 5 carpelles formant 5 loges. Il y a le plus ordinairement 5 petits nectaires situés à la base et en dehors des filets dilatés des étamines. Le fruit est à 5 loges. Chacune de ces loges est subdivisée en deux loges séparées par une cloison incomplète provenant du dos du carpelle. Une seule graine est contenue dans chacune de ces loges secondaires.

Dans le genre *Radiola*, le calice comprend seulement 4 sépales soudés à leur base et divisés chacun, au sommet, en deux ou trois lobes aigus. La corolle est à 4 pétales et les étamines et les carpelles sont au nombre de 4.

a) TIGE

Les Linées ont des tiges cylindriques, le plus souvent très droites, et qui portent quelques ramifications. Ces tiges sont en partie recouvertes par leurs feuilles, assez régulièrement espacées, sessiles et presque dirigées de bas en haut. Sur une coupe transversale, la tige apparaît ondulée, avec des angles parfois assez apparents,

et chaque cellule de l'épiderme y présente une surface arrondie nettement marquée. Les différentes parties, écorce, cylindre central et moelle y occupent le plus souvent chacune le tiers du rayon.

Le parenchyme cortical se compose d'un épiderme à cellules aplaties tangentiellement, épaissies, et portant une cuticule dont l'épaisseur varie suivant les espèces. Cet épiderme, dont les cellules contiennent du mucilage dans le *Linum viscosum*, est doublé d'un hypoderme présentant souvent les mêmes caractères d'épaississe-

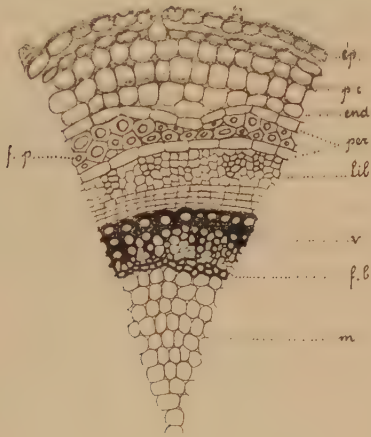


FIG. 12. — Coupe transversale de la tige adulte. — ép. épiderme ; p. c. parenchyme cortical ; end. endoderme ; per. péricycle ; lib. liber ; v. vaisseaux du bois ; m. moelle ; f. p. fibres péricycliques.

ment et de forme. Les parois communes de ces deux assises forment quelquefois un cercle continu assez épais, très réfringent et très apparent. Des poils simples s'espacent à la surface de la tige chez les *Linum viscosum* et *suffruticosum*. Les cellules parenchymateuses sont arrondies, assez grandes, et laissent entre elles des méats ;

aux angles, elles deviennent souvent collenchymateuses. On trouve dans ce parenchyme quelques cristaux d'oxalate de chaux, ainsi qu'une matière résineuse brunâtre. Les cellules de l'endoderme, à peine pourvue des plissements caractéristiques, sont semblables à celles du parenchyme, ou quelquefois plus petites. Disposées sur plusieurs rangs, les cellules du péricycle sont légèrement rectangulaires. Dans ce péricycle apparaissent des paquets de fibres qui forment des arcs indépendants. Dans le genre exotique *Aneulophus*, l'anneau formé de bonne heure par les fibres est continu (1).

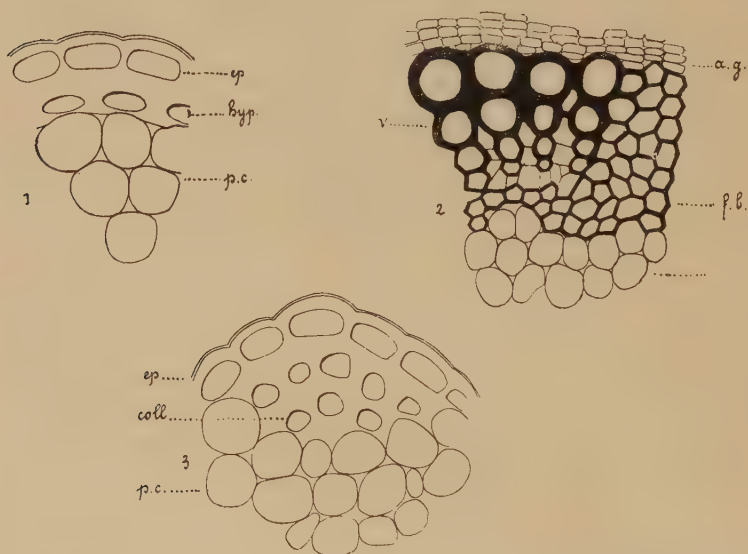


FIG. 13. — Tige. — 1. Couche épidermique. — 2. Vaisseaux du bois. — 3. Angle de la tige.

ép. épiderme ; hyp. hypoderme ; p. c. parenchyme cortical ; a. g. assise génératrice ; f. b. fibres du bois ; v. vaisseaux ; coll. collenchyme ; m, moelle.

1. Solreder. *Systematische anatomie des dicotyledonen*, Linneæ, 1908.

Des deux côtés de ces arcs, et à leur contact immédiat, courent deux rubans de cellules péri-cycliques très visibles à cause de leur grandeur. L'anneau du bois est continu et régulier. (Le genre exotique *Hugonia*, possède des rayons médullaires (1).) Il est formé de vaisseaux d'assez grande taille, de forme ovoïde, disposés en files radiales continues, et séparés par des fibres ligneuses dont la coupe transversale est polyédrique. Ces fibres sont allongées, à parois assez épaisses et très fortement ponctuées. Dans les genres exotiques, les *Reinwardtia* possèdent un simple pointillé (2). Les vaisseaux du bois sont des trachées véritables dans le voi-

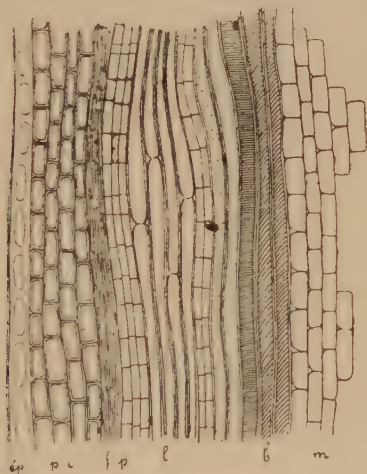


FIG. 14. — Coupe longitudinale de la tige adulte. — ép. épiderme ; p. c. parenchyme cortical ; f. p. fibres péri-cycliques ; l. liber ; b. bois ; m. moelle.

sinage de la moelle, puis des vaisseaux annelés et ponctués.

1 et 2, Solreder. *Syst. An.*, *Linæ*, 1839,

Le liber est formé d'éléments irréguliers, non disposés en files radiales, et formant des amas plus considérables en face de chaque faisceau du bois primaire, dans l'arc formé par les fibres. Ce liber est composé d'éléments exclusivement mous.

La moelle comprend de grandes cellules irrégulières, à parois minces.

b) FEUILLES

Les feuilles des Linées indigènes suivent habituellement sur la tige la disposition alterne. Dans la partie moyenne de cette tige, cette disposition est exactement représentée par la fraction $3/8$; leur angle de divergence vaut donc exactement 135 degrés. Mais cet angle varie, et souvent l'avons-nous trouvé exprimé par la fraction $2/3$. De plus, les points d'insertion de deux feuilles alter-

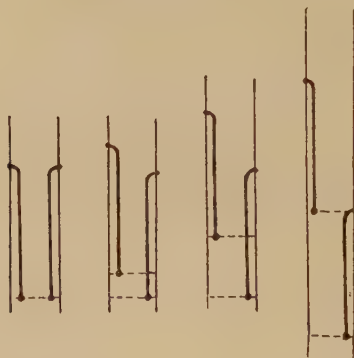


FIG. 15. — Disposition des feuilles sur la tige. De l'opposition, les feuilles peuvent passer à une alternance telle que le point d'insertion de la première corresponde au point de sortie de la seconde.

nes, au cylindre central, ne sont jamais distants d'une longueur plus grande que celle qui sépare le point d'inser-

tion de l'une d'elles de son point de sortie de la tige. C'est-à-dire que dans les cas limites, le point d'insertion de la première peut se trouver au niveau du point de sortie de la deuxième.

Deux espèces, le *Linum catharticum* et le *Linum maritimum* ont toujours leurs feuilles en opposition dans les parties moyenne et inférieure de la tige. Quant au genre *Radiola*, il présente seulement quelques feuilles alternes au sommet de ses rameaux. Cette opposition peut n'être parfois qu'apparente. Sur des coupes transversales en séries, on peut constater que les faisceaux libéro-ligneux de deux feuilles opposées ne s'attachent pas toujours à la même hauteur sur le cylindre central. Et cette différence de niveau s'accroît en allant vers le sommet de la tige, en même temps que diminue l'angle de divergence, qui de 180 degrés tend vers 135 degrés.

Par contre, les autres Lins, jeunes plantes ou plantes adultes, dont les feuilles sont alternes, montrent quelquefois des feuilles opposées.

Tout se passe donc comme si un certain mouvement de torsion se produisait pendant le développement du sommet de la tige ; laquelle torsion, suivant la croissance nulle, ou plus ou moins grande d'un entrenœud, laisserait les feuilles en opposition, ou aurait le temps suffisant pour les mettre en alternance.

Ces feuilles sont presque sessiles, et la base dilatée de leur pétiole entoure largement la tige. Sur une coupe transversale, elles montrent un épiderme à cellules le plus souvent arrondies et à cuticule assez épaisse, por-

tant des stomates sur les deux faces. Quelques-unes de ces cellules ont une forme papillaire ; elles renferment toujours du mucilage chez le *Linum viscosum*, et elles portent le plus souvent des cristaux d'oxalate de chaux.

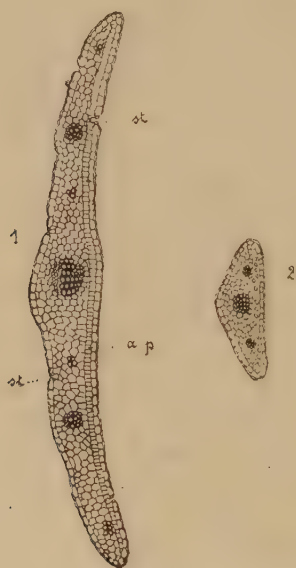


FIG. 16 — Coupes transversales du limbe d'une feuille et d'un pétiole. —st. stomates sur les deux faces ; a. p. assise palissadique.

Sous l'épiderme supérieur se place un rang de cellules légèrement palissadiques. Le mésophylle se compose de cellules irrégulières, qui contiennent quelques cristaux d'oxalate de chaux ainsi que des amas de matière résineuse brune. Parfois, les faisceaux libéro-ligneux principaux se trouvent protégés par un arc de fibres dans le tiers de leur longueur (*Linum tenuifolium*, *Linum suffruticosum*) et ces fibres peuvent être légèrement lignifiées (*Linum glandulosum*, *Radiola linoides*). Dans

sa structure des Linées, Solreder (1) ne trouve de sclérénchyme que dans les feuilles des *Eythroxylon*, depuis mis à part par les auteurs. De part et d'autre du bois

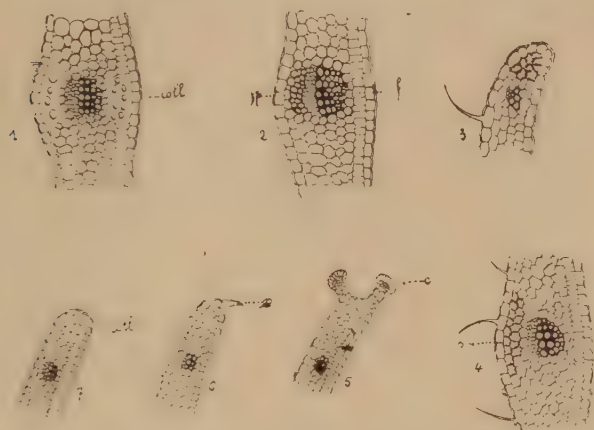


FIG. 17. — Limbes de feuilles de *Linum* : 1. *Linum catharticum* ; 2. *Linum tenuifolium* ; 3, 4 et 5, *Linum viscosum* ; 6 *Linum suffruticosum* ; 7 *Linum maritimum*.

coll. collenchyme ; f. p. fibres péricycliques ; f. faisceaux libéro-ligneux ; p. poils ; c. cils glanduleux ; s. suber.

et du liber, du côté des épidermes, les cellules deviennent quelquefois collenchymateuses (*Linum catharticum*, *Linum maritimum*, *Linum glandulosum*). Les cellules des bords des feuilles peuvent également devenir collenchymateuses (*Linum maritimum*), et chez les *Linum glandulosum* et *nodiflorum*, ce collenchyme forme la base des nectaires. Chez le *Linum viscosum*, le collenchyme est souvent remplacé par du suber.

Des poils unicellulaires caractérisent certaines feuilles. Ils sont coniques, cutinisés, et très longs dans le

1. *Syst. An.*, 1899-1908.

Linum viscosum ; ou plus petits, à parois épaisses et souvent à pointe recourbée (*Linum tenuifolium*, *Linum*



FIG. 18. — Poils et cils glanduleux : 1. Poils de la feuille du *Linum viscosum* ; 2. Poils de la feuille du *Linum tenuifolium* 3. Cil glanduleux de la feuille du *Linum viscosum*.

suffruticosum. Les feuilles de ces deux dernières espèces sont bordées de semblables poils, et celles du *Linum viscosum* portent sur leurs côtés des cils glanduleux.

Ces cils sont formés de cellules d'abord rectangulaires, protégées par un épiderme, et dirigées vers l'extrémité du cil, extrémité dont les cellules s'épanouissent en éventail.

Les faisceaux libéro-ligneux qui viennent de la feuille et qui traversent le pétiole sont toujours au nombre de trois. Ils passent dans la tige et se réunissent avant de rejoindre le cylindre central, où ils viennent remplacer

un faisceau libéro-ligneux qui se fond avec celui placé à sa droite.



FIG. 19. — Réunion des faisceaux libéro-ligneux de la feuille et de la tige. — 1 Insertion de la feuille ; 2 Les faisceaux libéro ligneux de la feuille entrent dans le parenchyme de la tige ; 3 et 4 Les mêmes faisceaux prennent leur place dans l'anneau libéro-ligneux de la tige et les deux faisceaux placés à leur droite se fondent en un seul.

c) FLEUR ET FRUIT

Sur une coupe longitudinale, les sépales et les pétales se montrent insérés à peu près au même niveau sur le réceptacle ; les faisceaux libéro-ligneux des sépales étant beaucoup plus importants, les pétales tombant du reste de bonne heure. Plus haut, la base élargie du filet des étamines forme une seule masse avec le pédoncule ; et les carpelles partant sensiblement à la

même hauteur, finissent avec des nervures très apparentes la masse florale.

Les sépales, en coupe transversale, laissent voir un parenchyme lacuneux, bordé par un épiderme à cellules arrondies portant des stomates sur les deux faces. Chacune des principales nervures est protégée par un arc de fibres. Ces fibres viennent directement du pédoncule, dont les faisceaux fibreux se réunissent peu à peu en cinq groupes qui passent dans les sépales et s'éten-



FIG 20. — Fleur : 1 Coupe d'un sépale ; 2 Loge d'une anthère ; 3 Grain de pollen.

St. stomates ; f. faisceaux libéro-ligneux ; fib. fibres ; a. m. assise mécanique.

dent à peu près sur toute leur longueur. Ces sépales sont d'ailleurs persistants. Certains Lins ont leurs sépales bordés de cils glanduleux (*Linum usitatissimum*, *Linum catharticum*, etc.).

Les pétales présentent un épiderme formé de petites cel-

lules régulières, et un parenchyme à cellules plus grandes, irrégulières.

Les étamines ont des anthères qui possèdent quatre sacs polliniques, réduits plus tard à deux loges dont les parois ont une seule assise mécanique. La ligne suivant laquelle s'ouvrent ces loges est très marquée, les deux bords des sacs polliniques formant des masses arrondies assez volumineuses.

De forme circulaire, les grains de pollen portent sur leur surface trois points très apparents, où la membrane n'apparaît formée que de la fine pellicule de l'intine.

Limités extérieurement par un épiderme dont les cellules régulières ont une paroi peu épaisse, les carpelles ont leur assise hypodermique formée de cellules dont chacune contient un cristal d'oxalate de chaux. Leurs ovules, pendants et anatropes, s'insèrent à la partie supérieure des loges. Les faisceaux libéro-ligneux centraux, les plus importants, ne paraissent faire partie des cloisons qu'au dessus et au point d'insertion des ovules. Au dessous de ce point, le pivot central, avec ses cinq faisceaux libéro-ligneux, dont le liber s'est placé extérieurement, semble être complètement indépendant des feuilles carpellaires. Au niveau des nectaires floraux, les cloisons renferment la matière résineuse brunâtre des autres parties de la plante. La paroi interne des carpelles est formée de petites cellules arrondies, saillantes, et légèrement cutinisées vers la fin ; leur masse laisse voir de grandes cellules irrégulières, à parois amincies. Chaque cloison comprend deux feuilletts, bien distincts à la maturité du fruit, et

les fausses cloisons, aussi dédoublées, s'attachent au faisceau libéro-ligneux formant le dos du carpelle,

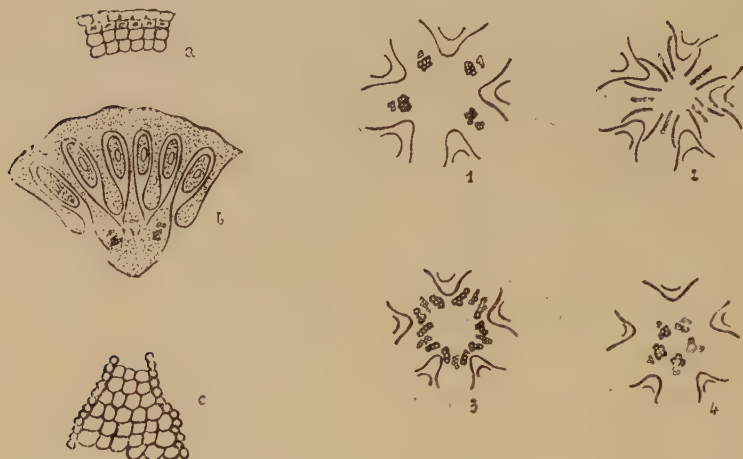


FIG. 21. — Carpelles. — 5. a, paroi externe ; b, cloisons et fausses cloisons ; c, paroi interne. — 1, 2, 3 et 4. Le pivot central, au-dessous du point d'insertion des ovules 2 et en allant de 1 à 4, devient de plus en plus indépendant des feuilles carpellaires.

lequel faisceau se termine dans le style qui lui correspond.

Le pédoncule possède la même structure que la tige. Les faisceaux libéro-ligneux des différentes pièces florales rejoignant peu à peu l'axe central, forment dès l'extrémité supérieure du pédoncule un anneau de bois continu et cet anneau de bois est entouré, comme nous l'avons vu plus haut, par les arcs fibreux venant des sépales.

d) RHIZOME

Le rhizome, généralement peu important, présente à peu près la même constitution que la tige. Le parenchyme cortical y est assez développé, et le cylindre central légèrement diminué. Les faisceaux de fibres ne

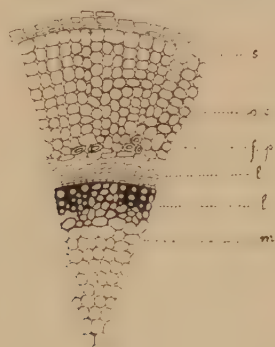


FIG. 22. — Coupe transversale du rhizome. — s. suber ; p. c. parenchyme cortical ; f. p. fibres péricycliques ; l. liber ; b. bois ; m. moelle.

contiennent que quelques fibres et la première assise extérieure du parenchyme, quelquefois les deux, sont subérifiées.

e) RACINE

Le cylindre central, très compact, sans moelle, est formé des mêmes éléments que celui de la tige, et y occupe à peu près la moitié du rayon. Le liber renferme des fibres isolées quelquefois assez nombreuses (*Linum montanum*). Le parenchyme cortical, dont les assises extérieures sont subérifiées, possède de grandes cellules

plus ou moins arrondies, avec méats. L'endoderme a ses cellules subérifiées ; et dans le péricycle, à cellules sensiblement rectangulaires, se forme de bonne heure

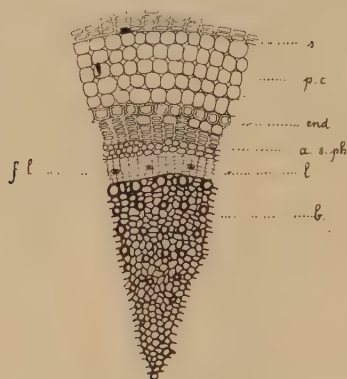


FIG. 23. — Coupe transversale d'une racine. — s. suber ; p. c. parenchyme cortical ; end. endoderme ; a. s. ph. assise subéro-phellodermique ; l. liber ; b. bois ; f. l. fibres libériennes.

une assise génératrice subéro-phellodermique. Les fibres, dont l'époque de formation coïncide avec celle de cette assise, font défaut, ou, très peu, nombreuses, sont poussées à l'extérieur par les cellules du liège (*Linum alpinum*, *Linum usitatissimum*).

II. — ORGANES DE SÉCRÉTION

Les nectaires des feuilles des *Linum glandulosum* et *nodiflorum* forment deux petites masses arrondies à la base de la feuille. Ils sont colorés par une substance brune, d'apparence résineuse, qui remplit leurs cellules. Des coupes transversales pratiquées dans ces nectaires à différentes hauteurs nous montrent : Un amas de cellules parenchymateuses, assez grandes, irrégulières, paraissant très lâches, et contenant la substance brune en plus ou moins grande quantité. Ce groupe de cellules, de forme ovoïde, n'est pas limité par une assise épidermique. Il est rattaché à la feuille par une sorte de support formé par des cellules également parenchymateuses, très allongées dans le sens de la masse, et qui sont protégées par un épiderme à cellules plus petites. Les nectaires rejoignent le tissu de la feuille par un autre groupe cellulaire dont les cellules collenchymateuses s'enfoncent profondément dans le limbe.

Les cellules parenchymateuses des autres parties de la plante adulte des Linées peuvent contenir également cette même matière résineuse des nectaires. Le plus

souvent très visible extérieurement, elle se montre en masses plus ou moins compactes occupant plusieurs cellules voisines. Il nous a été donné de la voir particu-

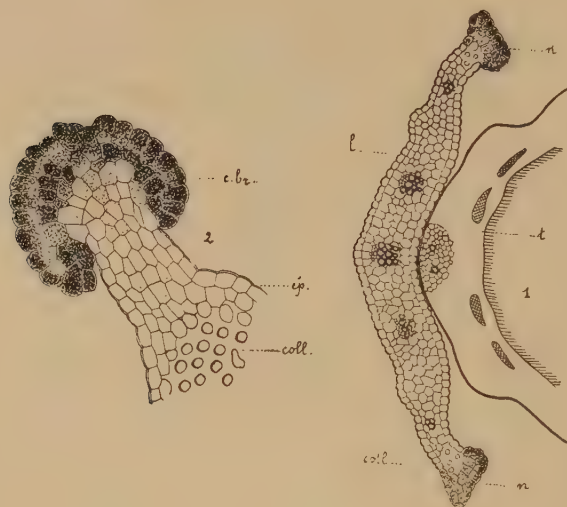


FIG. 24. — *Linum glandulosum*. — 1. Base de la feuille ; 2. Nectaire isolé. c. br. Cellules renfermant la matière résineuse brune ; ép. épiderme ; coll. collenchyme ; l. limbe de la feuille ; t. tige ; n. nectaires.

lièrement abondante dans les feuilles et dans la tige de certains *Linum maritimum* et *Linum perenne*.

Au premier examen, cette substance nous a paru être une résine. Elle possède, en effet, quelques-uns des caractères des résines :

Son aspect extérieur est bien celui d'une matière résineuse ;

elle est complètement insoluble dans l'eau distillée froide ou bouillante ;

mise sur la platine du microscope, avec une goutte

d'hypochlorite de soude, on la voit se décolorer assez rapidement ;

les acides sulfurique, chlorhydrique et azotique avivent beaucoup sa couleur.

Mais, par contre, d'autres caractères font défaut :

Elle est insoluble dans l'alcool absolu, dans l'alcool à 90 degrés et dans l'alcool à 60 degrés ;

dans d'autres dissolvants organiques comme les huiles essentielles et les huiles fixes.

Nous l'avons également trouvée insoluble dans les acides organiques, comme l'acide acétique, l'acide lactique ;

elle n'est pas désagrégée par la benzine, l'essence de térébenthine, le chloroforme, le formol à 40 %, la glycérine ;

avec les alcalis caustiques, potasse, soude et ammoniac, sa couleur passe du brun au noir bleuâtre ;

elle se colore, de même, en gris noirâtre par le perchlorure de fer, mais ne se dissout pas et ne donne pas de coloration au liquide ambiant ;

avec l'eau iodée, elle ne bleuit pas.

Ecrasée avec la lamelle, dans un peu de glycérine, elle ne montre pas de formes géométriques sur la platine du microscope ;

au microscope polarisant, les granulations, même très divisées, ne donnent aucun éclairage.

Les réactions faites pour l'identification de cette substance nous ont permis de la rapprocher d'une matière étudiée par différents auteurs, et, notamment, par

Solreder chez les Géraniacées et G. Mattei chez les Oxalidées.

Solreder (1), dans son chapitre des Géraniacées, donnant le résumé de ses recherches antérieures, nous dit : « Parmi les organes de sécrétion des Géraniacées, il faut remarquer des cavités ou sortes de fentes remplies par une matière résineuse tantôt brune, tantôt rouge, le plus souvent d'apparence cristalline, qui ont été découvertes dans différents *Oxalis* du Cap ou de l'Amérique. »

G. Mattei (2), la considère comme formée de masses, à structure micro-cristalline, qui contiendraient une résine colorée au rouge par une huile essentielle. Ces masses se formeraient dans des cellules isolées, par métamorphose du protoplasma et des leucites.

Fr. Chauvel (3) en a repris l'étude dernièrement dans sa thèse sur les Oxalidées. Pour lui, la matière résineuse, amorphe, des feuilles d'*Oxalis* provient de glandes spéciales formées par une grande lacune bordée par des débris de cellules. « En résumé, dit-il, ces glandes ou réservoirs isolés ne sont jamais d'origine méatique et ne sauraient en aucune façon être comparés aux poches sécrétrices schizogènes que l'on rencontre si fréquemment dans un grand nombre de végétaux. »

1. *Syst. An.*, p. 197-198.

2. *Sei corpuscoli, rossi divarie Myrsinee, Primulacee, Oxalidee, etc.*

3. *Recherches sur la famille des Oxalidées.*

Dans les Lins, nous n'avons découvert aucun organe de sécrétion autre que les cellules parenchymateuses des nectaires et des autres parties de la plante. Quelquefois, la matière résineuse semblait bien être renfermée dans des sortes de lacunes offrant l'apparence de glandes, mais nous nous sommes aperçu que ces lacunes provenaient tout simplement de la déchirure des tissus par la substance durcie de la résine.

Quant à cette résine elle-même, on ne peut songer à la classer maintenant, et il est préférable de s'en tenir à ses différentes propriétés.

Pagenstecher dans le *Répertoire de Pharmacie* de Buchner (1), signale une substance résineuse jaunâtre, de saveur piquante et amère, extraite par lui, en même temps que d'autres matières, du *Linum catharticum*. Cette substance est, sans doute, également contenue dans les granulations des autres *Linum*.

En résumé, ces granulations amorphes, qui proviennent de la transformation du protoplasma de cellules isolées, ont certainement beaucoup de rapports avec les résines, mais elles en diffèrent par certain caractères. Souvent notamment, la matière résineuse nous a paru être combinée à des matières tannoïdes.

1. *Repertorium für die Pharmacie, Linum catharticum*, vol. 72-76-79.

III. — FIBRES

Les fibres de la tige des Linées sont le plus souvent purement cellulósiques, mais présentent parfois une légère lignification (*Linum glandulosum*, *Linum nodiflorum*, *Radiola linoides*). Elles sont d'origine péri-cyclique et s'épaississent en même temps qu'apparaissent les formations secondaires. Cet épaississement se produit à la face interne des cellules. Les extrémités des arcs formés par ces fibres se rejoignent, et chacun d'eux comprend au centre deux ou trois rangs de fibres pour finir avec une fibre de chaque côté. Le nombre de ces arcs varie suivant les espèces, et est sensiblement constant pour une espèce donnée, la plante adulte étant jeune, et l'endroit choisi pour les examiner représentant à peu près le milieu de la tige.

Nombre des faisceaux de fibres

<i>L. glandulosum</i>	<i>L. nodiflorum</i>	<i>L. galicum</i>	<i>L. maritimum</i>	<i>L. viscosum</i>	<i>L. tenuifolium</i>	<i>L. suffruticosum</i>	<i>L. narbonense</i>	<i>L. montanum</i>	<i>L. lewis</i>	<i>L. austriacum</i>	<i>L. visitatissimum</i>	<i>L. catharticum</i>	<i>Radiola linoides</i>
17	17	13	14	15	16	16	10	15	15	15	19	13	12

Le fibres n'entrent jamais dans le pétiole avec les faisceaux libéro-ligneux qui leur correspondent. Après le départ de ceux-ci pour le parenchyme cortical, le groupe de fibres qui leur fait face se divise en deux par-



FIG. 25. — Fibres de la tige à la sortie d'une feuille.
1. En coupe longitudinale ; 2. De a à d, coupes transversales.

ties à peu près égales qui rejoignent les arcs voisins pour se réunir ensuite plus haut en décrivant une boucle dans laquelle passent les faisceaux libéro-ligneux qui vont au pétiole.

Il est nécessaire de dissocier les fibres pour les examiner au microscope. L'action mécanique étant insuffisante pour les séparer, nous avons fait usage de réactifs chimiques (1).

1. Beauverie. *Les textiles végétaux*.

On peut les faire bouillir pendant un bon quart d'heure dans une lessive de potasse ou de soude. Mais la macération de Schultze nous a donné une séparation beaucoup plus complète.

Cette macération de Schultze s'obtient en mettant quelques cristaux de chlorate de potasse au fond d'une éprouvette ou d'un tube à essai, et en versant suffisamment d'acide azotique pour les recouvrir. Des fragments de tige sont chauffés dans ce mélange jusqu'à dégagement abondant de gaz. L'action étant produite, on verse le tout dans une assez grande quantité d'eau. On dissocie ensuite sur la lamette porte-objet, à l'aide d'aiguilles, les fragments du tissu fibreux qui se détachent très facilement de la tige.

Pour l'obtention des coupes transversales, on prend l'un des fragments obtenus et on le trempe dans l'alcool, puis dans un mélange d'alcool et d'éther, et enfin dans un peu de collodion légèrement riciné. On laisse un quart d'heure dans ce collodion; on sort et on fait sécher. A l'aide d'un rasoir, il est alors facile de faire des coupes dans la masse cornée. Le collodion peut être remplacé par la paraffine dont on règle l'emploi suivant la méthode habituellement employée pour les inclusions : Séjour des fibres dans les différents alcools, dans un mélange d'alcool et xylol, puis xylol et paraffine, et enfin dans la paraffine pure maintenue dans une étuve. Par refroidissement on a des blocs dans lesquels on peut couper. On colle les coupes obtenues sur la lamelle porte-objet à l'aide du blanc d'œuf dont l'albumine se coagule sur la platine chauffante en même

temps que fond la paraffine. On conserve les préparations dans le baume du Canada après avoir dissous la paraffine dans le xylol.

Mais il est beaucoup plus simple d'observer les fibres sur la tige elle-même. Les inclusions deviennent alors inutiles. On peut monter les coupes obtenues au microtome dans la glycérine gélatinée et phéniquée.

La longueur des fibres ainsi préparées peut être mesurée au moyen d'une loupe montée, sur la platine de laquelle on met une lame de verre portant une échelle. La préparation est déposée sur cette échelle et on lit le nombre de divisions recouvertes par la fibre. Il est nécessaire de s'assurer, au préalable, en se servant du microscope, que la fibre est bien entière.

Pour mesurer le diamètre des fibres, il faut faire usage du microscope et lui adjoindre un micromètre oculaire et un micromètre objectif. La valeur des divisions du micromètre est établie par le procédé habituel : Deux des divisions placées parallèlement coïncidant, on en cherche deux autres qui soient également sur la même ligne. Nous avons avec notre microscope 17 divisions du micromètre objectif qui coïncident avec 40 du micromètre oculaire. Ce qui donne :

$17 \times 10 \mu$ ou 170μ ou 0 mm. 17 et $\frac{0 \text{ mm. } 17}{40} = 0.00425$
qu'il suffira de multiplier par le nombre des divisions du micromètre oculaire qui recouvriront une fibre remplaçant le micromètre objectif, pour avoir le diamètre.

Les dimensions des fibres des différents Lins ne sont pas constantes ; on peut cependant établir des moyen-

nes calculées sur un certain nombre de fibres, vingt-cinq par exemple, ces fibres étant toujours prises dans la partie moyenne de la tige. Les fibres des parties supérieure et inférieure diffèrent même par leur morphologie de celles que nous considérons.

Longueur moyenne des fibres en cm.

<i>L. glandulosum</i>	<i>L. nodiflorum</i>	<i>L. gallicum</i>	<i>L. maritimum</i>	<i>L. viscosum</i>	<i>L. tenuifolium</i>	<i>L. suffruticosum</i>	<i>L. narbonense</i>	<i>L. montanum</i>	<i>L. leonis</i>	<i>L. austriacum</i>	<i>L. usitatissimum</i>	<i>L. catharticum</i>	<i>R. tinoides</i>
1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 1/2	2	2	2	2 1/4	2 1/4	2 1/4	2 1/2	2 1/4	1 1/2

Diamètre moyen, et épaisseur de leurs parois en μ

	<i>L. glandulosum</i>	<i>L. nodiflorum</i>	<i>L. gallicum</i>	<i>L. maritimum</i>	<i>L. viscosum</i>	<i>L. tenuifolium</i>	<i>L. suffruticosum</i>	<i>L. narbonense</i>	<i>L. montanum</i>	<i>L. leonis</i>	<i>L. austriacum</i>	<i>L. usitatissimum</i>	<i>L. catharticum</i>	<i>R. tinoides</i>
D.	14	12	14	13	15	17	17	13	15	15	15	21	15	13
E.	3	3	4	4	3 1/2	4	4	3	4	4	4	4	3	3

Les fibres sont habituellement lisses, ou sont parcourues par des stries longitudinales. Presque toujours, elles possèdent des stries transversales plus ou moins

obliques. Ces « plis de flexion », étudiés par Höhnel (1) et Vétillard (2), se produisent lorsque la fibre a été froissée. Le chloroiodure de zinc permet de découvrir faci-

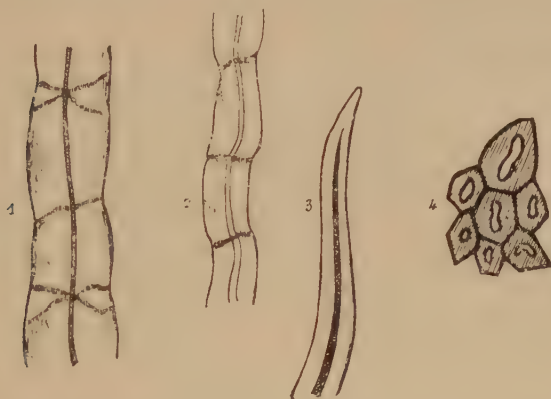


FIG. 26. — Fibres observées à un très fort grossissement. —
1, 2, 3. Vues en long ; 4. Vues en coupe transversale.

lement ces plis qui se croisent souvent en forme d'X.

Le plus souvent rempli de protoplasma, le lumen apparaît comme un canal très fin ou même comme une simple ligne.

La forme polygonale de la section des fibres résulte de la pression de ces fibres les unes contre les autres. L'épaisseur de leur membrane est régulière. Dans un groupe de fibres, les différents éléments sont réunis par une sorte de ciment qui constitue la lamelle mitoyenne. Lorsque le grossissement est suffisant, cette lamelle mitoyenne, formée de produits pectiques, apparaît nettement en même temps qu'une lamelle secondaire beau-

1. Höhnel. *Die mikroskopie der technisch, etc.*

2. Vétillard. *Étude des fibres végétales employées dans l'industrie.*

coup plus épaisse et une lamelle tertiaire ou interne, à peu près de même épaisseur.

La couleur des fibres des Lins est d'un blanc teinté légèrement de gris.

L'étude des phénomènes de polarisation donne des résultats intéressants. On se sert d'un appareil polarisant qui, outre le nicol polariseur placé au-dessous de l'objet posé sur le microscope, à la place du diaphragme, et un nicol analyseur placé immédiatement au-dessus de l'objectif, comprend une lamelle de gypse enchâssée dans la platine du polariseur.

Avant les recherches de Kind (1) et de Wiesner (2) sur la double réfraction des membranes végétales, Valentin (3) s'était déjà occupé de l'action des fibres du Lin sur la lumière polarisée.

Plus tard, Ambronn (4) étudia le dichroïsme des membranes végétales colorées naturellement et artificiellement, et fit d'importantes remarques sur la position des axes d'élasticité.

Höhnelt et Lenz continuèrent ces études, et Behrens établit définitivement le fait que les différentes fibres possèdent une réfringence spécifique. D'après lui, les fibres du Lin et du Chanvre sont celles qui exercent la plus grande action entre les nicols croisés.

B. Remec (5) fit voir que la couleur de polarisation

1. Kind, *Poggendorffs Annalen*.
2. Wiesner, *Die Rohstoffe d. Pflanzenreiches*.
3. Valentin, *Untersuchung der Pflanzen und Tiergewebe*, etc.
4. Ambronn, *Pleochroismus gefärbter Zellmembranen*, etc.
5. B. Remec, *Über die spezifische Doppelbrechung der Pflanzenfaser*, etc.

des fibres varie suivant l'épaisseur de la membrane cellulaire, et ne dépend pas de la largeur de la fibre.

Dans les différentes espèces de *Linum*, cette couleur varie du gris clair au jaune et au vert, la structure ayant une influence au moins aussi forte que le rayon de la paroi.

Par la méthode de l'addition et de la soustraction de couleurs, au moyen d'une petite lame de gypse, dont on connaît la position des axes d'élasticité, B. Remec a encore considéré deux catégories de fibres dont l'une donne une addition de couleur dès que le grand axe de la plaque de gypse coïncide avec la direction longitudinale, et dont l'autre produit dans cette position une soustraction de couleur.

Les Lins dont les couleurs de polarisation sont élevées, répondent au premier cas.

Haidiger désigne sous le nom de « couleur d'axe » celle qui apparaît quand la fibre colorée est parallèle au plan de polarisation du nicol objectif lorsqu'on emploie ce dernier, et sous celui de « couleur de base », celle qui se montre quand la section transversale de la fibre occupe ladite position.

Les couleurs suivantes ont été données pour le Lin par Behrens (1) :

Avec rouge congo...	{ Couleur d'axe : rouge sombre.
	{ Couleur de base : rouge très faible à incolore.
— congorubine....	{ Couleur d'axe : violet rouge.
	{ Couleur de base : comme ci-dessus.
— benzoazurine...	{ Couleur d'axe : bleu rougeâtre.
	{ Couleur de base : bleu, avec tendance au vert.

1. Behrens. *Anleitung zur mikroschemischen Analyse*, etc.

Avec benzo-brun B...	{	Couleur d'axe :	brun rouge.
		Couleur de base :	jaune sale.
— diazo-brun G....	{	Couleur d'axe :	gris bleu noirâtre.
		Couleur de base :	brun jaune.
— safranine	{	Couleur d'axe :	rose-violet.
		Couleur de base :	jaune orangé.

La résistance des fibres des différents *Linum* varie quelque peu. Elle se mesure par les efforts longitudinaux qu'il faut produire pour provoquer l'allongement, puis la rupture de la fibre. On peut la mesurer en faisant porter à cette fibre des poids de plus en plus considérables jusqu'à ce moment, et en notant l'instant où la fibre se brise.

Il nous a été impossible d'opérer avec ses fibres iso-

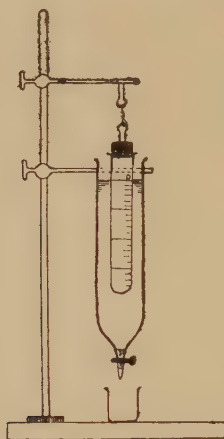


FIG. 27 — Fibres. — Mesure de la résistance.

lées, mais nous avons employé des pinceaux de fibres de semblables tailles. Pour ces essais, nous avons construit un petit appareil dans le genre de celui d'Yves Henry (1). Il se compose d'un manchon en verre ter-

1. *Détermination de la valeur commerciale des fibres de coton;*

miné par une pointe pour l'écoulement de l'eau. A cette pointe nous avons adapté un tube de caoutchouc serré par une pince. Ce tube de caoutchouc est terminé par un tube en pointe. Dans le manchon rempli d'eau peut être placé un autre tube de verre portant une graduation dont le 0 est au sommet. A ce tube, on fixe le pinceau de fibres par une de ses extrémités, l'autre extrémité est saisie par un support. Le 0 de la graduation affleurant l'eau, on fait écouler celle-ci, et la fibre supportant une traction croissante s'allonge et se rompt.

La charge de rupture peut être évaluée par le poids d'une colonne d'eau ayant comme section celle du tube, et comme hauteur la dénivellation.

L'allongement n'influence pas le résultat, la graduation étant portée par le flotteur. Le tableau suivant résume nos recherches, les Lins placés à gauche ayant une résistance plus grande que ceux qui les suivent.

<i>L. usitatissimum</i>	<i>L. glandulosum</i>	<i>L. suffruticosum</i>	<i>L. tenuifolium</i>	<i>L. nodiflorum</i>	<i>L. austriacum</i>	<i>L. montanum</i>	<i>L. Leonis</i>	<i>L. catharticum</i>	<i>L. viscosum</i>	<i>L. maritimum</i>	<i>L. gallicum</i>	<i>R. linoides</i>	<i>L. narbonne</i>
-------------------------	-----------------------	-------------------------	-----------------------	----------------------	----------------------	--------------------	------------------	-----------------------	--------------------	---------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Nous avons fait agir quelques réactifs sur les fibres des différentes espèces de *Linum* :

Avec l'oxyde de cuivre ammoniacal, la membrane cellulosique tend à se dissoudre. Elle se gonfle auparavant et la lamelle pectique restant inattaquée se coupe par endroits et forme des anneaux qui compriment la

cellulose dilatée. Le canal central seul conserve son diamètre et forme des sinuosités dans la masse. Cet oxyde de cuivre ammoniacal peut s'obtenir en versant de l'ammoniaque sur du cuivre placé dans un entonnoir posé sur un petit flacon. On repasse le liquide jusqu'à obtention d'une coloration bleue.

Les matières pectiques, au contraire, se dissolvent seules dans les alcalis étendus, la cellulose exigeant des solutions concentrées ou des acides forts.

L'iode et l'acide sulfurique ne colorent pas la membrane mitoyenne ; la fibre elle même se teinte en bleu, tandis que le protoplasma du lumen apparaît en jaune. Avec les espèces lignifiées, une légère teinte brunâtre se montre.

Le chloriodure de zinc donne de même une coloration bleue.

On obtient le premier de ces deux derniers réactifs en faisant une solution saturée d'iode dans l'iodure de potassium, et une seconde solution composée de deux parties d'acide sulfurique et d'une d'eau glycinée. On trempe successivement la préparation dans l'une et l'autre de ces solutions. Quant au chloriodure de zinc, il résulte de l'action de l'acide chlorhydrique sur le zinc, évaporation de la solution jusqu'à consistance sirupeuse, et addition d'iodure de potassium et d'iode jusqu'à saturation.

Des différences très légères dans le temps de la coloration par les réactifs se manifestent dans les espèces à fibres purement cellulosiques, et cette coloration va en décroissant de la périphérie au centre. Il en est de

même pour les membranes lignifiées des *Linum glandulosum*, *Linum nodiflorum* et *Radiola linoides*, qui prennent :

Une coloration rougeâtre avec la solution alcoolique de phloroglucine et l'action de l'acide chlorhydrique ;
une teinte jaunâtre avec une solution aqueuse d'aniline et l'action de l'acide chlorhydrique.

La fuchsine ammoniacale donne également une légère coloration rougeâtre.

Les composés pectiques de la membrane externe donnent les mêmes réactions avec la phloroglucine, les solutions iodées, le sulfate d'aniline.

TROISIÈME PARTIE

I. — ÉTUDE DES DIFFÉRENTES ESPÈCES

LINUM GLANDULOSUM MOENCH (*Linum flavum* L. et *Linum campanulatum* L.; *Xantholinum campanulatum* Rchb.).

Le Lin à glandes est une plante dont la taille atteint de 10 à 30 centimètres et qui croît sur les coteaux du midi de la France où elle donne de mai à juillet des fleurs d'un jaune doré d'environ 3 centimètres de largeur quand elle sont épanouies. Sa tige possède des angles assez marqués, renforcés par du collenchyme. Les cellules épidermiques, légèrement rectangulaires, à cuticule peu épaisse, forment un ruban très apparent. Le parenchyme cortical est à trois ou quatre rangs de cellules grandes et irrégulières. Légèrement lignifiées, les fibres péricycliques ont une longueur moyenne de 1 cm. 3/4, une largeur de 14 μ et leurs faisceaux sont au nombre de 17. L'anneau du bois ne dépasse pas le quart du rayon de la tige, et les cellules de la moelle sont

petites, très arrondies. Bordées par une partie étroite, membraneuse, translucide et blanchâtre, les feuilles sont ovales-allongées, d'un vert clair et portent vers leur base deux nectaires déjà décrits. Les cellules de leur épiderme sont très grandes, possèdent de faibles parois et sont protégées par une mince cuticule. Des fibres les parcourent dans le $\frac{1}{3}$ de leur longueur. On trouve du collenchyme des deux côtés du faisceau libéro-ligneux de la nervure principale et sur les bords de la feuille. Les sépales présentent des fibres sur presque toute leur longueur, et les pétales, soudés entre eux inférieurement, laissent pourtant voir leurs cinq bases bien distinctes entre elle. C'est une plante vivace, sans poils, à tige souterraine ligneuse et rameuse, produisant plusieurs tiges dressées, et qui se perpétue par des bourgeons souterrains. Elle est cultivée comme plante ornementale dans les jardins. Il a été décrit une variété de cette espèce.

LINUM NODIFLORUM L. (*Xantholinum nodiflorum* R. Hb. ;
Linum luteolum M B.).

Comme le *Linum glandulosum*, le Lin à fleurs sessiles fleurit sur les coteaux et les endroits incultes de la région méditerranéenne en mai et en juin. Sa tige qui atteint de 10 à 50 centimètres, présente des cellules épidermiques légèrement rectangulaires, à faible cuticule, et des angles assez apparents, bordés de cellules collenchymateuses. Les fibres, légèrement lignifiées,

formant ordinairement 17 groupes, ont une longueur moyenne de 2 centimètres et une largeur de 12 μ . L'anneau du bois est peu épais, et les cellules de la moelle petites et polygonales. Rudes au toucher sur le pourtour, les feuilles ne sont pas sensiblement membraneuses sur les bords. Sur une coupe transversale, elles ne laissent pas voir de collenchyme. Leur base possède deux nectaires et leur limbe ne présente pas de fibres. Distantes les unes des autres, en grappes allongées, elles sont placées sur des pédoncules très courts. Les sépales ont à peu près 4 fois la longueur du fruit. C'est une plante annuelle dont la racine principale est très développée.

LINUM GALLICUM L. (*Cathartolinum gallicum* Rehb.).

Les Lins de France viennent plus particulièrement dans le midi de la France. Leurs fleurs, d'un jaune pâle ou d'un beau jaune, s'épanouissent de mai à juillet sur les coteaux, dans les endroits secs, les terrains sablonneux ou les pâturages, et ne dépassent pas un centimètre de largeur. Ces plantes ont une taille qui varie de 10 à 30 centimètres. Leur tige présente un épiderme à cellules arrondies dont la cuticule est épaisse, et des angles assez marqués contenant du collenchyme. Les cellules de l'hypoderme sont sensiblement isodiamétriques et les autres cellules du parenchyme cortical arrondies. Les fibres qui ne sont pas lignifiées forment généralement 13 groupes, ont une longueur moyenne de

2 cm. $1/4$ et une largeur de 14 μ . Les cellules de la moelle sont grandes et rondes. Plus ou moins rudes sur les bords, les feuilles ont une nervure principale et sont allongées et aiguës au sommet. En coupe transversale, elles ne montrent pas de collenchyme, et leur base possède d'insignifiants nectaires. Les pétales, libres entre eux, ont 2 ou 3 fois la longueur des sépales, et les styles s'épaississent brusquement au sommet en stigmates. L'espèce principale a ses rameaux sans poils, ses fleurs d'un jaune pâle et des pédoncules dont la longueur est à peu près égale à celle d'un sépale. Ces Lins sont des plantes annuelles, à racine principale grêle et allongée. On les cultive dans les jardins comme plantes ornementales. On décrit une sous-espèce et une race, ainsi que deux variétés de cette race. La sous-espèce et la race sont les suivantes :

Linum strictum L. (*Cathartolinum strictum* Rehb.)

Le Lin raide possède des rameaux ayant des poils du côté intérieur. Ces poils sont unicellulaires, à parois épaisses, coniques et assez grands. Les pédoncules de ce Lin sont plus courts que les sépales. Les fleurs, toujours d'un beau jaune, ont des sépales ayant deux fois et demie la longueur du fruit mûr.

Linum corymbulosum RCHB. (*Cathartolinum corymbulosum* Rehb.).

Le *Linum corymbulosum* a ses fleurs disposées sur des rameaux inégaux étalés, les inférieurs étant plus

longs ; elles viennent s'ouvrir à peu près à la même hauteur sur les divers rameaux. Les pédoncules du Lin à petits corymbes ont habituellement la longueur des sépales.

LINUM MARITIMUM L.

Cette espèce est abondante surtout dans le sable et les prairies du bord de la mer, sur le littoral méditerranéen. Elle fleurit depuis le mois de juin jusqu'au mois d'août, et ses fleurs épanouies, d'un jaune de soufre, ont habituellement 1 cm. 1/2 de largeur. Sa tige atteint de 10 à 50 centimètres et présente un épiderme à grandes cellules presque isodiamétriques, et des angles portant du tissu collenchymateux. Les cellules du parenchyme sont arrondies, de même que celles de la moelle qui sont très grandes. Les faisceaux péricycliques sont au nombre de 14 ; la longueur moyenne des fibres atteint 2 cm. 1/2 et leur largeur vaut 13 μ . La racine possède un parenchyme avec de grandes lacunes et son liber renferme parfois un assez grand nombre de fibres isolées. Les feuilles présentent trois nervures principales et sont allongées et aiguës au sommet. Dans les parties inférieures de la plante, elles deviennent opposées et ont un limbe en forme d'ellipse. Sur une coupe transversale, toutes ces feuilles montrent un épiderme formé de cellules irrégulières, et des angles soutenus par de grandes cellules collenchymateuses. Leurs nectaires sont insignifiants. Les sépales ne sont pas très aigus et ont environ la même longueur que le fruit

mûr. Les pétales mesurent environ 4 à 5 fois la longueur des sépales et sont libres entre eux. Les fleurs sont disposées en grappes sur des rameaux allongés. C'est une plante vivace, sans poils, à tiges souterraines ligneuses et qui se perpétue par des bourgeons.

LIN VISCOSUM L.

Le Lin visqueux, assez rare, se rencontre dans les Pyrénées et les Alpes-Maritimes où il fleurit de mai en août dans les prés et les pâturages. Ses fleurs sont d'un rose strié de violet. Sa tige a de 10 à 30 centimètres de hauteur et porte un épiderme à très mince cuticule, dont les cellules renferment du mucilage. L'hypoderme, par contre, est formé d'éléments à parois très épaissies. De longs poils coniques, unicellulaires, à paroi légèrement cutinisée, se détachent de l'épiderme. Les faisceaux de fibres sont au nombre de 15 ; la longueur moyenne de celles-ci est de 2 cm. $\frac{1}{2}$ et leur largeur habituelle vaut 15 μ . Les feuilles, velues, ont de 2 à 8 millimètres de largeur et présentent 3 ou 5 nervures principales ; les feuilles supérieures et les bractées possèdent des cils glanduleux déjà décrits. Toutes ces feuilles portent un épiderme à cellules arrondies, souvent irrégulières, dont la cuticule est peu épaisse et qui contiennent du mucilage. L'hypoderme a ses cellules légèrement épaissies. Devant le liber des faisceaux libéro-ligneux des principales nervures, et sur les deux bords de la feuille, les cellules sont souvent subérifiées. Les fleurs, à pé-

doncules très courts, sont disposées en grappes sur des rameaux inégaux. Les pétales sont libres entre eux, et les sépales, bordés de cils glanduleux et terminés en longue pointe, n'ont guère que le quart de la longueur des pétales mais sont plus longs que le fruit mûr. C'est une plante vivace, à tige souterraine épaisse et qui produit de nombreuses tiges fleuries. La plante se perpétue par des bourgeons souterrains. Elle est cultivée comme plante ornementale dans les jardins.

LINUM BIFORME CLAVAUD

Assez communément répandu dans presque toutes les contrées, sur les coteaux, dans les endroits arides, secs et pierreux, le lin à deux formes, porte des fleurs lilas, roses ou blanches qui s'épanouissent de mai jusqu'en août. Il possède une tige qui atteint de 10 à 60 centimètres de hauteur. Cette tige s'entoure d'un épiderme à cellules régulières, munies d'une forte cuticule, et présente un hypoderme à parois épaissies. Les fibres péricycliques forment le plus souvent 16 groupes, ont une longueur moyenne de 2 centimètres et une largeur de 17 μ . Les feuilles, étroites et allongées, montrent des fibres dans les principales nervures et sont bordées de poils unicellulaires, à parois très épaisses, courts, le plus souvent à pointe recourbée. Les sépales, à cils glanduleux, ont moins d'un centimètre de longueur et sont ordinairement plus longs que le fruit mûr. Les pétales, libres entre eux, ont 2 ou 3 fois la longueur des sépa-

les. Les styles sont brusquement renflés en stigmates au sommet. Ces plantes sont vivaces, se perpétuent par des bourgeons souterrains. Elles sont cultivées comme plantes ornementales. Cette espèce se compose de la réunion des deux sous-espèces :

Linum tenuifolium L.

Le Lin à feuilles ténues a des tiges sans poils. Les sépales de ses fleurs ont leur partie supérieure en forme de pointe presque aussi longue que le reste du sépale. Les fleurs, d'un lilas pâle et uniforme, sont rarement blanches.

Linum suffruticosum L (*Linum ramosissimum* Willk. ; *Cathartolinum suffruticosum* Rehb.).

Les tiges du *Linum suffruticosum* portent de petits poils unicellulaires, très courts, à parois épaissies. Les sépales ont leur partie en pointe beaucoup moins longue que le reste du sépale. Les fleurs sont d'un rose couleur de chair, plus foncées vers la base des pétales, ou sont blanches, à base des pétales soit violacée, soit pourprée.

LINUM NARBONENSE L.

Très jolie espèce, le Lin de Narbonne croît dans les endroits stériles du midi de la France. Ses grandes fleurs bleues, de 3 à 4 centimètres de largeur, s'épanouissent de juin jusqu'au mois d'août. Sa tige, de 20 à 70 cen-

timètres de hauteur, possède un épiderme à cellules régulières, bordées par une faible cuticule. Elle présente un hypoderme épaissi. Le nombre des faisceaux de fibres est ordinairement de 10; la longueur moyenne des fibres est de 2 centimètres et leur largeur vaut 13 μ . Les feuilles, sans poils, sont allongées, longuement aiguës au sommet, et présentent 1 ou 3 nervures principales; celles des parties supérieures sont membraneuses et blanchâtres sur les bords. Sur une coupe transversale, elles montrent du collenchyme autour de la nervure principale, mais ne renferment pas de fibres. Les sépales sont membraneux, blanchâtres sur les bords, en forme de carène sur le dos, et leur longueur atteint plus d'un centimètre. Trois d'entre eux présentent 3 ou 5 nervures principales. Comme les sépales de toutes les autres espèces, ils sont parcourus par des fibres sur presque toute leur longueur. Quant aux pétales, ils ont au moins trois fois la longueur des sépales. Les styles sont allongés, non brusquement épaissis en stigmates au sommet. C'est une plante vivace, glauque, dont la tige souterraine ligneuse produit plusieurs tiges fleuries. Elle se perpétue par des bourgeons souterrains et est cultivée dans les jardins comme plante ornementale. On a décrit une variété de cette espèce.

LINUM ALPINUM L.

Croissant plus particulièrement sur les montagnes, les Lins des Alpes ont des fleurs bleues qui s'épanouissent depuis le mois de mai jusqu'au mois d'août. Leur taille varie de 5 à 60 centimètres et leur tige présente

un épiderme à très forte cuticule. Sous cet épiderme, on trouve un hypoderme dont les cellules ont leurs parois fortement épaissies. Les faisceaux de fibres sont habituellement au nombre de 15; la longueur moyenne des fibres est de 2 cm 1/4 et leur largeur de 15 μ . La racine du *Linum alpinum* possède souvent des fibres peu nombreuses enchâssées dans le suber de l'assise génératrice subéro-phellodermique.

Les feuilles, allongées et étroites, présentent un épiderme dont les cellules ont des parois très épaissies et sont protégées par une forte cuticule. Les sépales ont des cils glanduleux et trois d'entre eux diffèrent beaucoup des autres.

Ce sont des plantes sans poils, vivaces, à tiges souterraines plus ou moins ligneuses, se perpétuant par des bourgeons souterrains. Elles sont cultivées dans les jardins comme plantes ornementales. Cette espèce est formée par la réunion de 3 sous-espèces dont on a décrit 5 variétés et 2 sous-variétés. Les trois sous-espèces sont les suivantes :

Linum montanum Schleich.

Le Lin des montagnes a des tiges fleuries dressées, des pédoncules dressés après la floraison et des graines munies d'une bordure nette.

Linum Leonis F. SCHULTZ (*Linum Leonii*

F. Schultz ; *Linum alpinum* variété *collinum* G. G.).

Ce Lin a des tiges fleuries retombantes, étalées sur le sol quand les fruits sont mûrs, des pédoncules dressés

après la floraison et des graines à bordure peu distincte.

Linum austriacum L. (*Linum collinum* Guss.).

Le Lin d'Autriche a des pédoncules écartés d'un côté ou renversés après la floraison. Les pétales sont souvent presque aussi larges que longs.

Souvent, on cultive dans les jardins, et on trouve parfois à l'état subspontané le *Linum sibiricum* et le *Linum perenne*, espèces très voisines des précédentes.

LINUM USITATISSIMUM L.

Le Lin usuel a de jolies fleurs bleues, quelquefois blanches qui portent des sépales bordés de cils glanduleux. Il fleurit depuis le mois de juin jusqu'au mois d'août et présente une tige qui atteint de 20 à 70 centimètres. Cette tige possède un épiderme à cuticule peu épaisse, et un hypoderme dont le plus souvent les cellules sont épaissies. Les faisceaux péricycliques sont habituellement au nombre de 19, et les fibres ont une longueur moyenne de 2 cm. 1/2 et une largeur de 21 μ . Les feuilles, lisses sur les bords, présentent un faible épiderme muni d'une mince cuticule. Elles ne montrent pas de tissu collenchymateux. La racine contient quelques fibres péricycliques. Les sépales ont trois nervures principales, et les pétales, libres entre eux, ont 3 à 4 fois la longueur

des sépales. Le *Linum usitatissimum* est une plante annuelle, perennante ou vivace ; dans ce dernier cas, elle se perpétue par des bourgeons souterrains.

On connaît les propriétés de cette espèce. Cultivée pour ses graines dont on retire 30 % d'huile, et qui sont usitées en médecine, ou pour des tiges qui fournissent des fibres textiles, elle produit beaucoup de graines et peu de fibres dans les pays relativement chauds, et au contraire plus de fibres et moins de graines dans les pays froids. L'huile de Lin renferme des acides palmique, oléique, myristique et linolique. La graine de Lin germant, même au début de son contact avec l'eau, contient un glucoside, la linamarine, capable de se dédoubler sous l'action d'une diastase renfermée dans la plantule, en cétone, glucose et acide cyanhydrique.

On distingue les Lins d'hiver et les Lins de printemps, et un Lin à fleurs blanches qui comporte lui-même plusieurs variations.

On a décrit une sous-espèce, une race, une variété et une sous-variété du *Linum usitatissimum*. La sous-espèce est la suivante :

Linum angustifolium Huds. ; (*Linum marginum* Poir. ;
Linum pyrenaicum Pourr.).

Ce Lin, à feuilles étroites, possède des anthères de moins d'un millimètre et demi de longueur. Celles du Lin usuel atteignent plus de deux millimètres.

LINUM CATHARTICUM L. (*Cathartolinum pratense* Rehb. ;
Linum diversifolium Gilib.).

Cette espèce est répandue un peu partout. Les feuilles des parties moyenne et inférieure de la tige sont opposées. Les fleurs, petites et blanches, ont leurs pétales jaunâtres à la base et plus ou moins striés de jaune. Le *Linum catharticum* fleurit de juin en août et a une taille qui varie de 5 à 20 centimètres. Les feuilles inférieures sont arrondies au sommet, toutes ovales et rugues sur les bords. En coupe transversale, elles montrent un épiderme formé de cellules assez régulières et une nervure principale entourée de tissu collenchymateux. La tige possède un parenchyme cortical à cellules très régulières, petites, ressemblant à celles de l'épiderme. Les faisceaux péricycliques sont au nombre de 13, la longueur moyenne des fibres atteint 2 cm. 1/4 et leur largeur 15 μ . Les sépales sont bordés de cils glanduleux, et les pétales, ayant environ deux fois la longueur des sépales, sont séparés les uns des autres, et tombent très facilement. Les fleurs sont disposées en une inflorescence irrégulière. Tantôt une fleur se trouve située au milieu de la fourche formée par la division de la tige, tantôt un accroissement latéral se produit entre les deux feuilles situées à la base de chacun des rameaux, et ces feuilles deviennent alternes. Le pédoncule qui porte la fleur ne se détache alors que plus haut, en apparence sur l'une des deux branches de la bifurcation de la tige. Les pédoncules des fleurs restant

courbés, les fleurs s'ouvrent dans une position renversée, et les pétales demeurant adhérents entre eux, tombent tous ensemble, après l'épanouissement de la fleur.

Le *Linum catharticum* est une plante grêle, annuelle, à racine principale étroite et développée.

On a décrit une variété de cette espèce.

RADIOLA LINOIDES Roth. (*Linum Radiola* L., *Linum tetrapetalum* Gilib. ; *Radiola dichotoma* Mœnch).

De 2 à 6 centimètres de hauteur, cette petite plante possède de petites fleurs blanches qui se montrent de juin en août. On la rencontre dans les endroits sablonneux et humides. Les tiges, très rameuses, contiennent 12 faisceaux de fibres qui sont légèrement lignifiées et dont les fibres atteignent une longueur moyenne de 1 cm. 1/2 et une largeur de 13 μ . Elles ont peu ou pas de moelle. Les feuilles presque toutes opposées, sont étalées, ovales-aiguës et ont une nervure principale. Ces feuilles présentent des fibres dans le tiers de leur longueur, et ces fibres, de même que celles de la tige, sont légèrement lignifiées. Les pétales sont blancs et ont à peu près la même longueur que les sépales.

L'inflorescence est irrégulière.

C'est une plante annuelle, sans poils, à racine persistante et très grêle.

II. — ESSAI DE CLASSIFICATION

Les Linées indigènes présentent d'importantes relations avec les Caryophyllées, les Géraniacées et les Oxalidées. Dicotylédones dialypétales, à placentation axile, à pistil libre, à étamines insérées ainsi que les pétales sur le réceptacle, toutes ces plantes ont, à l'état de jeune plantule, un axe hypocotylé qui montre la structure racine jusqu'au nœud cotylédonaire. Plantes adultes, leur tige renferme des fibres péricycliques, formant des arcs ou des anneaux continus. Les Lins ont une fleur dont la structure laisse voir les plus grandes analogies avec celle des Caryophyllées. Dans leur racine, on trouve l'assise génératrice subéro-phel-lodermique des Caryophyllées. L'oxalate de chaux que renferme en assez grande abondance le tissu parenchymateux des Linées, des Géraniacées, des Oxalidées, y est accompagné de granulations amorphes, d'apparence résineuse, qui sont analogues.

Tribu très homogène, les *Linum*, groupés comme au début de ce travail, suivant leurs caractères morpholo-

giques, peuvent se différencier par les caractères anatomiques suivants :

G. Linum : 5 sépales. Moelle occupant à peu près le $\frac{1}{3}$ du rayon.

Fleurs jaunes. Angles de la tige { très marqués et renforcés par du collenchyme	Fibres lignifiées	{ Fibres dans le $\frac{1}{3}$ de la feuille. <i>L. glandulosum</i> Pas de fibres. <i>L. nodiflorum</i> .
	Fibres non lignifiées	{ Cellules de l'hypoderme sensiblement isodiamétriques. <i>L. gallicum</i> . De grandes lacunes dans la racine. <i>L. maritimum</i> .
Fleurs bleues. Peu ou pas de collenchyme aux angles. Hypoderme épaissi dont la paroi commune à l'épiderme forme un cercle continu [très apparent et très réfringent	Nombreux poils coniques, très longs, à parois peu épaissies, mais subérifiées. Suber dans la feuille. <i>L. viscosum</i> .	
	Pas de poils, ou	{ Pas de fibres dans le péricycle de la racine { Des fibres dans le $\frac{1}{3}$ de la feuille. <i>L. biforme</i> . Pas de fibres. <i>L. narbonense</i> .
	petits poils le plus souvent recourbés,	{ Quelques fibres enchâssées dans le suber de l'assise subérophelloidique { Cuticule très forte. <i>L. alpinum</i> .
	à parois très épaissies	{ Cuticule le plus souvent peu épaisse. <i>L. usitatissimum</i> .

Fleurs blanches. — Feuilles opposées. Parenchyme formé de cellules très régulières, semblables comme taille à celles de l'épiderme. *Linum catharticum*.

G. Radiola : 4 sépales. Peu ou pas de moelle. *R. linoides*. Fibres lignifiées, des fibres dans la feuille.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL

Les Linées indigènes forment un groupe très homogène, présentant toutefois de grandes analogies de structure et de composition avec les familles voisines.

Semblablement constituées, les jeunes plantes ne montrent que de légères différences dans l'accélération de leur croissance, et ces différences peuvent se retrouver dans la même espèce, suivant les conditions du milieu extérieur.

Des fibres péricycliques groupées en arcs, et qui sont légèrement lignifiées chez quelques espèces, caractérisent la tige des Lins adultes. L'épaississement de ces fibres coïncide avec la formation du liber et du bois secondaires, et chacun d'eux entoure un faisceau libéro-ligneux de première formation. Les fibres présentent quelques caractères différentiels dans les diverses espèces.

Les feuilles, dont la disposition habituelle est l'alternance, sont quelquefois opposées à la base des rameaux de certains Lins, et elles peuvent parfois présenter tous les intermédiaires entre la disposition alterne et la dis-

position opposée dont on trouve, du reste, des cas accidentels dans tous les Lins, jeunes ou adultes. Les faisceaux fibreux de la tige ne passent pas dans les feuilles avec les faisceaux libéro-ligneux qu'ils accompagnent, et ils forment une sorte de collier qui entoure le point d'insertion de chaque feuille. Quelques espèces ont néanmoins des fibres dans le tiers de leurs feuilles.

Les sépales possèdent tous des fibres qui accompagnent les faisceaux libéro-ligneux des principales nervures sur presque toute leur longueur, et ces fibres viennent directement du pédoncule, suite de la tige. Ces sépales sont d'ailleurs persistants.

Avec ses fausses-cloisons et son axe central à faisceaux libéro-ligneux, le fruit laisse voir une structure très voisine de celle du fruit des Caryophyllées.

Le rhizome montre à peu près la même structure que la tige ; ses groupements de fibres sont moins importants et ses assises les plus extérieures sont légèrement subérifiées.

La racine présente un endoderme subérifié, et les couches les plus intérieures de son péricycle donnent de bonne heure naissance à une assise génératrice subérophellodermique dont le liège entraîne les fibres de même origine. Le liber de la racine renferme quelques fibres isolées.

A part les cristaux d'oxalate de chaux que contiennent toutes les parties de la plante, les Linées indigènes contiennent en assez grande quantité des granulations brunâtres, d'apparence résineuse, déposées soit dans les cellules des nectaires des feuilles, soit en amas

assez compacts dans les parenchymes de la tige, de la feuille, de la fleur, du rhizome et de la racine. Cette résine paraît se former dans les cellules isolées par la transformation du protoplasma. Les tissus des Géraniacées et des Oxalidées renferment une substance analogue.

L'anatomie étant de plus en plus employée dans la différenciation des espèces, nous avons essayé d'établir une classification des Linées de France en nous appuyant sur quelques caractères différentiels donnés par la structure de la tige, de la feuille et de la racine.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

1789. A. L. DE JUSSIEU. — *Genera plantarum*.
1829. WALLICH — *Liste des plantes*, Londres.
1837. REICHENBACH. — *Handbuch des natürlichen Pflanzensystems*, etc. *Lineæ*, page 306. Dresden und Leipsig.
- 1840, 1842, 1843. PAGENSTECHER. — *Repertorium für die Pharmacie*, Dr Buchner, *Linum catharticum*. Vol 72, 76, 79. P. 311, 313, 216.
1847. M. PLANCHON. — *Sur la famille des Linées*, in *Hooker's Lond. journal bot.*, vol. VI u. VII.
1847. KIND. — *Poggendorffs Analen*, p. 167.
1851. VALENTIN. — *Untersuchung der Pflanzen und Tiergewebe im polarisierten Licht*, p. 235.
1862. G. BENTHAM et J. D. HOOKER. — *Genera plantarum*, vol. I, p. 241.
1873. H. BAILLON. — *Histoire des plantes*, *Linacées*, p. 42.
1876. VÉTILLART. — *Etude sur les fibres végétales textiles employées dans l'industrie*.
1888. H. AMBRONN. — *Pleochroismus gefärbter Zellmembranen*, in *Berichte der deutsch bot. gesellschaft*, Bot. VI, p. 85.
1891. Ph. VAN TIEGHEM. — *Traité de Botanique*, *Linées*, p. 1372.
1892. H. AMBRONN. — *Anleitung zur Benützung des Polarisationsmikroskops*, Leipsig.
1897. G. MATTEI. — *Sei corpuscoli rossi divarie Myrsinee, Primulacee, Oxalidee* (Boll. Soc. Bot. It.).
1897. ENGLER et PRANTL. — *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, t. III, p. 27.

1899. SOLREDER. — *Systematische Anatomie der dicotytedonen, Lineae*, p. 54 ; et *Geran*, p. 192-198, Stuttgart.
1901. REMEC. — *Über die spezifische Doppelbrechung der Pflanzenfaser, Sitzungsberichte der Akad. der Wissench.* In Wien, Bd. CX, p. 364.
1902. J. WIESNER. — *Die Rohstoffe d. Pflanzenreiches*, 2^e Aufl., 2 Bde, Leipzig.
1902. YVES HENRY. — *Détermination de la valeur commerciale des fibres de coton.*
1903. FR. CHAUVEL. — *Recherches sur la famille des Oxalidées*, Thèse, Paris.,
1905. HÖHNEL. — *Die mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe*, 2 Aufl., Wien u. Leipzig, A. Hartleben's Verlag, VIII u.
1905. G. BONNIER et LECLERC DU SABLON. — *Cours de Botanique, Linées*, p. 821.
1906. PH. VAN TIEGHEM. — *Eléments de Botanique*, vol. I, p. 181.
1908. SOLREDER. — *Syst. An., Lineae*, p. 54.
1908. H. BEHRENS. — *Anleitung zur mikrochemischen Analyse der Wichtigsten organischen Verbindungen*, 2 Heft : *Die wichtigsten Faserstoffe*, 2 Aufl., Hamburg.
1909. G. RITTER. — *Die systematische verwertbarkeit des anatomischen Baues von Früchten und Samen Botanisches Centralblatt (Beihefte). Original Arbeiten*, p. 138, *Lineae*.
1911. G. CHAUVRAUD. — *L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution.*
1912. J. HÉRAIL. — *Traité de pharmacologie, Graines du Linum usitatissimum.*
1913. J. BEAUVÉRIE. — *Les textiles végétaux*, p. 181, *famille des Linacées.*
1913. G. BONNIER et G. DE LAYENS. — *Flore complète de la France et de la Suisse*, p. 53, *Linées.*
1913. G. BONNIER. — *Flore complète illustrée de la France et de la Suisse*, fascicule 16, *Linées*, p. 69.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
HISTORIQUE ET INTRODUCTION.	1

PREMIÈRE PARTIE

I. — GRAINES	7
II. — GERMINATION	11
A. — <i>Plantule très jeune</i>	12
B. — <i>Plantule jeune</i>	15
C. — <i>Plantule plus âgée</i>	17

DEUXIÈME PARTIE

I. — PLANTE ADULTE.	19
a) Tige.	20
b) Feuilles.	24
c) Fleur et fruit	29
d) Rhizome	33
e) Racine.	33
II. — ORGANES DE SÉCRÉTION.	35
III. — FIBRES	40

TROISIÈME PARTIE

I. — ÉTUDE DES DIFFÉRENTES ESPÈCES.	53
II. — ESSAI DE CLASSIFICATION.	67
RÉSUMÉ GÉNÉRAL.	69
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.	73

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

1^o MINÉRALOGIE. — MINÉRAIS DE FER

2^o ZOOLOGIE. — ORGANISATION DES TRÉMATODES

Vu et approuvé:

Paris, le 29 novembre 1913.

Le Doyen de la Faculté des Sciences

PAUL APPELL

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris.

L. LIARD

IMPRIMERIE SPÉCIALE DE LA LIBRAIRIE A. MALOINE®
